

Verfahren und Anordnung zur Erfassung der Bewegung eines  
Elements

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Erfassung der Bewegung eines Elements relativ zur Sensoranordnung, insbesondere zur sensorischen Erfassung des Drehwinkels eines rotierenden Elements, nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Solche Sensoranordnungen werden in unterschiedlichen Ausführungsformen beispielsweise in Fahrzeugen bereits angewandt. Zum Beispiel mit sog. Hall-Elementen als Drehzahlfühler an den Rädern für ein Antiblockierbremssystem (ABS), als Drehzahl- und Phasengeber für die Motorsteuerung oder als Lenkwinkelsensoren für sog. Fahrdynamikregelsysteme und für elektrische Lenkhilfen.

Zu den wesentlichsten Anforderungen an diese Drehzahlsensoren im ABS sowie im Motor- und Getriebebereich gehört ein möglichst großer erreichbarer Luftspalt sowie eine

hohe Immunität gegen Vibrationen. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass ein hochempfindlicher Sensor an sich auch hochempfindlich für eine Anregung durch die das Messergebnis störenden Vibrationen ist, die kurzzeitig auch Änderungen der Drehrichtungen bewirken.

Es ist beispielsweise aus der DE 197 50 304 A1 eine Anordnung zur berührungslosen Drehwinkelerfassung mittels eines Impulsrades bekannt, bei der eine Drehrichtungserkennung dadurch möglich ist, dass in einer Drehrichtung eine Änderung des Abstandes der impulsauslösenden Elemente vorgenommen worden ist und damit das Tastverhältnis sich ändert.

Um die Empfindlichkeit solcher Sensoranordnungen gegenüber Vibrationen zu minimieren wird bei herkömmlichen Drehzahlsensoren oft auch eine variable Hysterese eingesetzt. Hierbei muss zunächst die Signalamplitude gemessen werden und danach wird die Hysterese flexibel angepasst. Für große Eingangssignale wird dann eine große Hysterese und für kleine Eingangssignale wird eine entsprechend verringerte Hysterese gewählt, d.h. es wird bei einem kleinen Luftspalt die zum Schalten notwendige Amplitude erhöht. Ein wesentlicher Nachteil dieser Methode ist der Verlust der Immunität gegen Luftspaltschläge im Betrieb, die kurzzeitig eine erhebliche Verringerung der Signalamplitude erzeugen können. Durch eine zuvor erhöhte Hysterese im Schaltpunkt des Sensors kann es dann bei einem Luftspaltschlag zum Signalverlust kommen.

Weiterhin lässt sich diese Methode nur nach erfolgter Kalibrierung des Sensors anwenden, da erst nach der Kalibrierung die Signalamplitude bekannt ist. Direkt nach dem Einschalten des Sensors bleibt die Vibrationsempfindlichkeit bestehen.

Zum Beispiel ist aus der US 5,451,891 A1 bekannt, dass eine adaptive, von der Signalamplitude abhängige Hysterese benutzt wird. Hier wird ein Kopplungsfaktor als Quotient aus der gemessenen Sensoramplitude und der Frequenz bestimmt und basierend auf diesem Kopplungsfaktor wird die Hysterese proportional zum Produkt aus Kopplungsfaktor und Frequenz eingestellt. Mit dieser bekannten Methode kann lediglich das Verhalten passiver Sensoren ausgeglichen werden, die für niedrige Anregungsfrequenzen ein sehr kleines Signal liefern und für hohe Frequenzen eine sehr große Amplitude ausgeben. Es kann jedoch nicht das Verhalten von Sensoren, die unabhängig von der Signalfrequenz eine konstante interne Signalamplitude liefern, verbessert werden.

#### Vorteile der Erfindung

Bei einer Weiterbildung eines Verfahrens zur Erfassung der Bewegung eines Elements, insbesondere zur Erfassung der Drehrichtung eines drehbaren Elements, relativ zu einer Sensoranordnung, mit einer Erkennung der Richtung der Bewegung, wird in vorteilhafter Weise in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung ein Messsignal in vorgegebenen Messintervallen erhöht oder erniedrigt. Erst bei Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes wird dann ein Richtungssignal, vorzugsweise ein Drehrichtungssignal, erzeugt.

Auf einfache Weise kann dabei mittels einer Zähllogikschaltung in einer Richtung ein Zähler um eine binäre Größe erhöht und jeweils in der anderen Richtung der Zähler um eine binäre Größe vermindert werden. Bei einer Erfassung von Messsignalen, die durch Erhöhung oder Verminderung in einem Messintervall nicht zu einer Überschreitung des vorgegebenen Betrag des Schwellwertes führen,

kann dann von einer Vibration des Elements ausgegangen werden.

Eine Sensoranordnung, die gemäß der Erfindung arbeitet, verfügt in der Regel bereits über eine integrierte Erkennung der Drehrichtung, wie sie bei modernen Drehzahlsensoren, z.B. bei sog. differentiellen Hallsensoren, bereits vorhanden ist. Alternativ können jedoch auch andere Sensortechnologien zum Einsatz kommen, z.B. sog magneto-resistive oder optische Drehzahlsensoren.

Die Erkennung der Drehrichtung wird erfindungsgemäß in vorteilhafter Weise genutzt, um eine eindeutige Unterscheidung zwischen einer Vibration und einer echten Drehbewegung einfach und schnell zu ermöglichen. Im Unterschied zu einer Drehbewegung mit Messmimpulsen in eindeutiger Drehrichtung (z.B. links, links, links, ...) ist eine Drehschwingung eines Geberrades der Sensoranordnung durch eine wechselnde Drehrichtung (z.B. rechts, links, rechts, links, ...) gekennzeichnet.

Die Erkennung einer Vibration wird durch die Erfindung beispielsweise durch Integration des zusätzlichen vorzeichenbehafteten Zählers erreicht, der abhängig vom Wert eines Drehrichtungsbits herauf- oder heruntergezählt wird. Der Ausgang eines solchen Drehzahlsensors kann von dem Zähler in der Weise beeinflusst werden, dass der Ausgang abgeschaltet wird, solange keine eindeutige Drehrichtung erkannt wird, d.h. solange der Betrag (ohne Vorzeichen) des Zählers kleiner einem Schwellwert ist, der abhängig von der gewünschten Immunität gegen Vibrationen größer oder gleich zwei ist.

Die zuvor beschriebene Art der Auswertung des vorzugsweise Drehrichtungssignals ermöglicht auf einfache Weise eine Erkennung von Vibrationen eines Geberrades als Winkelvibrationen und damit eine Verbesserung der Immunität der

Sensoranordnung ohne die Notwendigkeit, die Hysterese des Sensors zu erhöhen und damit die Robustheit gegenüber starken Signalschwankungen zu verschlechtern.

Weiterhin besteht jedoch auch die Möglichkeit, das beschriebene Verfahren zusätzlich zu einer variablen Hysterese zu nutzen, um eine weitere Verbesserung der Vibrationsunempfindlichkeit zu erreichen. Dies gilt insbesondere für Anwendungen, in denen der mechanische Aufbau bereits das Auftreten von Luftspaltschlägen verhindert.

### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Erfassung der Drehbewegung eines Geberrades relativ zu einer Sensoranordnung, mit einer Erkennung der Drehrichtung und einer Zähllogik und

Figur 2 ein Diagramm der Zählwerte der Zähllogik nach der Figur 1.

### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Erfassung der Drehbewegung eines im Prinzip aus dem Stand der Technik bekannten Geberrades, z.B. zur Erzeugung von Impulsen für vorgegebene Drehwinkel, relativ zu einer Sensoranordnung gezeigt. Im Block 1 ist eine Drehrichtungserkennungsschaltung symbolisch dargestellt, die im Block 2 ein Signal für die Drehbewegung „links“ und im Block 3 ein Signal für die Drehbewegung „rechts“ erzeugt.

Bei dem hier beschriebenen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel wird ein binärer Zählstand bei der Erkennung einer Linksdrehung um „1“ gemäß Block 4 erhöht und bei einer Erkennung einer Rechtsdrehung gemäß Block 5 um „1“ erniedrigt. In einem Zähllogikbaustein 6 wird der jeweilige Zählstand ermittelt und für einen Sensorausgang 7 ausgewertet, was anhand eines in Figur 2 dargestellten Diagramms erläutert wird.

Die Figur 2 zeigt den Verlauf des Zählstandes im Zähllogikbaustein 6 über eine Messzeit  $t$ . Der Verlauf des Zählstands  $n$  über der Zeit  $t$  zeigt im linken Teil der Figur 2 die Signatur einer Vibration 8a, die aufgrund der Drehrichtungsänderung zunächst öfter zwischen 0 und +1 schwankt und kurzzeitig sogar nach -1 verläuft und damit innerhalb eines Schwellwertes von  $\pm 2$  liegt. Im diesem Bereich wird somit eine Vibration detektiert und der Signalausgang 7 wird aufgrund der Bedingung: (Betrag (Zähler)  $< n$  für  $n > 1$ ) ausgeschaltet („output off“).

Der Verlauf des Zählstands  $n$  im rechten Teil der Figur 2 zeigt dagegen ein eindeutiges Drehrichtungssignal 8b, das hier von -1 über den Schwellwert +2 bis +11 verläuft und damit außerhalb des Schwellwerts von  $\pm 2$  liegt. Im diesem Bereich wird somit keine Vibration detektiert und der Signalausgang 7 wird somit aufgrund der Bedingung: (Betrag (Zähler)  $\geq n$  für  $n > 1$ ) eingeschaltet („output on“).

Die Erkennung der Drehrichtung gemäß der Blöcke 1 bis 3 nach der Figur 1 wird somit in vorteilhafter Weise genutzt, um ein eindeutiges Sensorausgangssignal 7 („output on“; „output off“) zu generieren, das eine Unterscheidung zwischen einer Vibration im linken Teil des Diagramms nach der Figur 2 und einer echten Drehbewegung im rechten Teil des Diagramms nach der Figur 2 zu ermöglicht.

Patentansprüche

1) Verfahren zur Erfassung der Bewegung eines Elements relativ zu einer Sensoranordnung, mit

- einer Erkennung der Richtung der Bewegung, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung ein Messsignal in vorgegebenen Messintervallen erhöht oder erniedrigt wird und dass
- erst bei Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes ein Bewegungsrichtungssignal erzeugt wird.

2) Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- mittels einer Zähllogikschaltung (6) in einer Richtung (2) ein Zähler um eine binäre Größe erhöht und jeweils in der anderen Richtung (3) der Zähler (6) um eine binäre Größe vermindert wird und dass

- bei einer Erfassung von Messsignalen, die durch Erhöhung oder Verminderung in einem Messintervall nicht zu einer Überschreitung des vorgegebenen Betrag des Schwellwertes führen, eine Vibration des Elements detektiert wird.

3) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass

- bei einer Erfassung der Messsignale zur Erfassung der Bewegung des Elements zusätzlich eine variablen Hysteresis vorgesehen wird.

4) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- zur Erfassung der Bewegung eines drehbaren Elements die Drehrichtung erfasst wird.

5) Sensoranordnung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Sensoranordnung berührungslose Sensoren aufweist, mit denen binäre Zählimpulse (+/-1) in vorgegebenen Bewegungsintervallen erzeugbar sind und dass eine Auswerteschaltung eine Zähllogik (6) enthält, mit der die Zählimpulse (+/-1) zählbar und bei Überschreitung des vorgegebenen Betrag eine Richtungssignal (7) erzeugbar und anderenfalls eine Vibration des Elements detektierbar ist.



6) Sensoranordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Sensoren Hall-Elemente enthalten.

7) Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Sensoranordnung als Drehzahlfühler in einem Kraftfahrzeug eingesetzt ist.

1 / 1

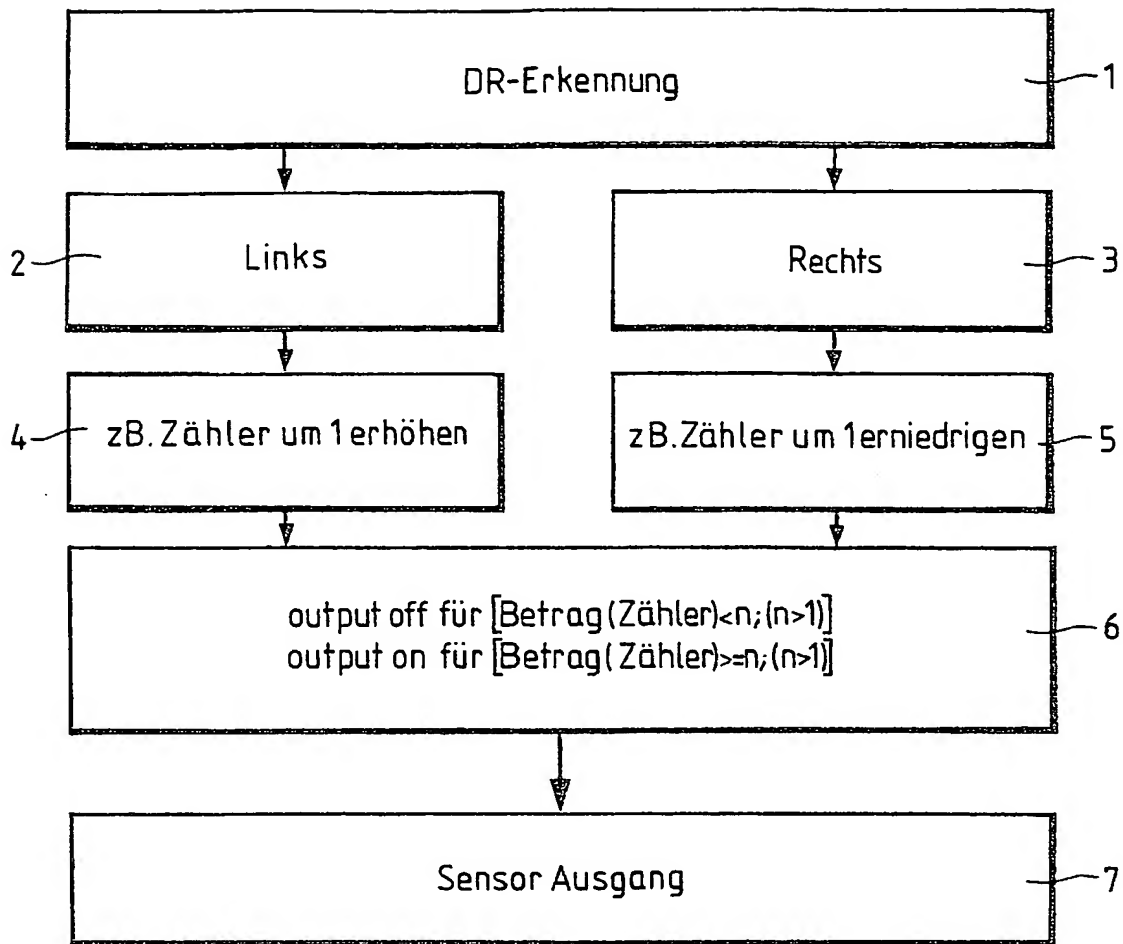


Fig.1

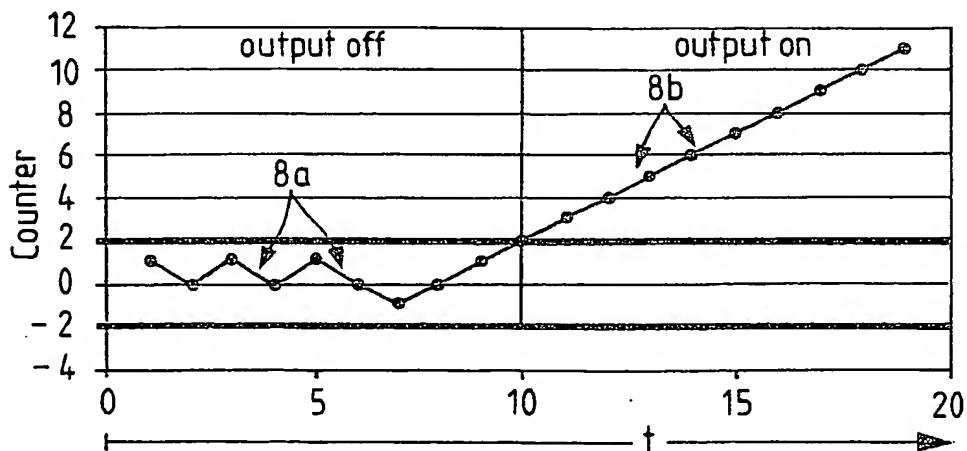


Fig.2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/ 03/01349

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01P13/04 H03M1/30 G01D5/244

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01P H03M G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 544 424 A (LUCAS IND PLC) 2 June 1993 (1993-06-02) column 2, line 35 - line 44 column 5, line 6 - line 54; figures ---	1, 2, 4-7
A	WO 82 03691 A (RENDER MICHAEL L ; ARMSTRONG JOHN T JR (US)) 28 October 1982 (1982-10-28) page 2, line 1 - page 3, line 18 page 9, line 27 - line 34; claim 10; figures -----	1-7



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 November 2003

Date of mailing of the international search report

10/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pflugfelder, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

in patent family members

International Application No

PCT 03/01349

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0544424	A	02-06-1993	EP JP	0544424 A1 5240873 A	02-06-1993 21-09-1993
-----					
WO 8203691	A	28-10-1982	WO	8203691 A1	28-10-1982
-----					

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01P13/04 H03M1/30 G01D5/244

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01P H03M G01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 544 424 A (LUCAS IND PLC) 2. Juni 1993 (1993-06-02) Spalte 2, Zeile 35 - Zeile 44 Spalte 5, Zeile 6 - Zeile 54; Abbildungen ---	1, 2, 4-7
A	WO 82 03691 A (RENDER MICHAEL L ; ARMSTRONG JOHN T JR (US)) 28. Oktober 1982 (1982-10-28) Seite 2, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 18 Seite 9, Zeile 27 - Zeile 34; Anspruch 10; Abbildungen -----	1-7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*1\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. November 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/11/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pflugfelder, G

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen

zu den Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/92 03/01349

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0544424	A	02-06-1993	EP JP	0544424 A1 5240873 A	02-06-1993 21-09-1993
<hr/>					
WO 8203691	A	28-10-1982	WO	8203691 A1	28-10-1982
<hr/>					